A/D Board
ソフトウェアマニュアル

Version 1.0.2

SID00-U00

株式会社アットマークテクノ
http://www.atmark-techno.com/

SUZAKU 公式サイト
http://suzaku.atmark-techno.com/

目次

1. はじめに ... 1
1.1. マニュアルについて ... 1
1.2. フォントについて ... 1
1.3. コマンド入力例の表記について ... 1
1.4. 数字の表記について ... 1
1.5. 謝辞 ... 2
1.6. ソフトウェアに関する注意事項 ... 2
1.7. 保証に関する注意事項 ... 2
2. 作業の前に ... 3
2.1. 準備するもの ... 3
2.2. 接続方法 ... 4
2.3. 開発環境の構築について ... 5
2.3.1. FPGAデータ ... 5
3. アプリケーションプログラム ... 6
3.1. 概要 ... 6
3.2. 使用法 ... 6
3.3. アプリケーションの選択 ... 7
4. デバイスドライバ ... 8
4.1. 概要 ... 8
4.2. システムコール ... 9
4.2.1. open ... 9
4.2.2. close ... 9
4.2.3. read ... 10
4.2.4. ioctl ... 10
4.3. モジュールパラメータ ... 12
4.4. ドライバの選択 ... 12
5. 参考文献 ... 13

表目次

表 1-1 使用しているフォント 1
表 1-2 表示プロンプトと実行環境の関係 1
表 1-3 表示方法と基数の関係 1
表 3-1 demo-adの使用法 6
表 4-1 バージョン 8
表 4-2 デバイスドライバ 8
表 4-3 openシステムコール 9
表 4-4 closeシステムコール 9
表 4-5 readシステムコール 10
表 4-6 ioctlシステムコール（SID_IOC_RESET） 10
表 4-7 ioctlシステムコール（SID_IOC_SET_FREQ） 11
表 4-8 ioctlシステムコール（SID_IOC_GET_CHANNELS） 11
表 4-9 ioctlシステムコール（SID_IOC_GET_RESOLUTION） 11

図目次

図 2-1 SID00-U00 接続例 …… 4
図 2-2 FPGAデータの書き換え …… 5
図 3-1 demo-adの実行例 …… 7
図 3-2 アプリケーションの選択（menuconfig） …… 7
図 4-1 ヘッダファイルのインクルード …… 8
図 4-2 モジュールパラメータ (default_sample_rate) …… 12
図 4-3 デバイスドライバの選択 (menuconfig) …… 12

1. はじめに

1.1. マニュアルについて

このマニュアルは、SUZAKU I/O シリーズの A/D ボード(SID00-U00) に付属している以下の Linux 用サンプルソフトウェアについて記載されています。

- アプリケーションプログラム
- デバイスドライバ

ソフトウェアのカスタマイズなどの開発作業を行う際には、参考文献 [1][2]もあわせてご覧ください。SUZAKU の機能を最大限に引き出すために、ご活用いただければ幸いです。

1.2. フォントについて

このマニュアルでは以下のようにフォントを使っています。

表 1-1 使用しているフォント

フォント例	説明
本文中のフォント	本文
`[PC ~]$ ls`	プロンプトとユーザ入力文字列 ソースファイルのコード、ファイル名、ディレクトリ名など

1.3. コマンド入力例の表記について

このマニュアルに記載されているコマンドの入力例は、表示されているプロンプトによって、それぞれに対応した実行環境を想定して書かれています。「/」の部分はカレントディレクトリによって異なります。各ユーザのホームディレクトリは「~」で表わします。

表 1-2 表示プロンプトと実行環境の関係

プロンプト	コマンドの実行環境
[PC /]#	作業用 PC 上の特権ユーザで実行
[PC /]$	作業用 PC 上の一般ユーザで実行
[SUZAKU /]#	SUZAKU 上の特権ユーザで実行
[SUZAKU /]$	SUZAKU 上の一般ユーザで実行

1.4. 数字の表記について

このマニュアルに記載されている数字は、特に明記されている場合を除き表記方法によって異なった基数を表します。

表 1-3 表示方法と基数の関係

ベース	記載方法	備考
2 進数	10100101b	数字の後に"b"と記載
10 進数	165	0 から 9 までのアラビア数字
16 進数	0xA5	"0x"を数字の前に記載

1.5. 謝辞

SUZKAU で使用しているソフトウェアは Free Software / Open Source Software で構成されています。Free Software / Open Source Software は世界中の多くの開発者の成果によって成り立っています。この場を借りて感謝の意を示します。

1.6. ソフトウェアに関する注意事項

本製品に含まれるソフトウェア（付属のドキュメント等も含みます）は、現状のまま（AS IS）提供されるものであり、特定の目的に適合することや、その信頼性、正確性を保証するものではありません。また、本製品の使用による結果についてもなんら保証するものではありません。

1.7. 保証に関する注意事項

- 製品保証範囲について

付属品（ソフトウェアを含みます）を使用し、取扱説明書、各注意事項に基づく正常なご使用に限り有効です。万一正常なご使用のもと、製品が故障した場合は故障箇所の修理をさせていただきます。

- 保証対象外になる場合

次のような場合の故障・損傷は、保証期間内であっても保証対象外になります。

1. 取扱説明書に記載されている使用方法、または注意に反したお取り扱いによる場合
2. 改造や部品交換に起因する場合。または正規のものではない機器を接続したことによる場合
3. お客様のお手元に届いた後の輸送、移動時の落下など、お取り扱いの不備による場合
4. 火災、地震、水害、落雷、その他の天災、公害や異常電圧による場合
5. AC アダプタ、専用ケーブルなどの付属品について、同梱のものを使用していない場合
6. 修理依頼の際に購入時の付属品がすべて揃っていない場合

- 免責事項

弊社に故意または重大な過失があった場合を除き、製品の使用および、故障、修理によって発生するいかなる損害についても、弊社は一切の責任を負わないものとします。

> 本製品は購入時の初期不良以外の保証をおこなっておりません。保証期間は商品到着後２週間です。本製品をご購入されましたらお手数でも必ず動作確認をおこなってからご使用ください。本製品に対して注意事項を守らずに発生した故障につきましては保証対象外となります。

2.作業の前に

2.1.準備するもの

SID00-U00 を使用する前に、以下のものを準備してください。

- SUZAKU
  SUZAKU-S または SUZAKU-V のいずれかの SUZAKU ボードです。

- 作業用 PC
  Linux もしくは Windows が動作し、1 ポート以上のシリアルポートを持つ PC です。

- シリアルクロスケーブル
  D-Sub9 ピン（メスーメス）の「クロス接続用」ケーブルです。

- D-Sub 9 ピン-10 ピン変換ケーブル
  D-Sub9 ピンと SUZAKU のピンヘッダ（10 ピン）を接続するケーブルです。

- 付属 CD-ROM（以降、付属 CD）
  SUZAKU に関する各種マニュアルやソースコードが収納されています。

- シリアルコンソールソフト
  minicom や Tera Term などのシリアルコンソールソフトです。作業用 PC にインストールしてください。

- 電源
  AC アダプタ 5V を使用してください。

TIPS

付属 CD について

SUZAKU ボードまたは SUZAKU スターターキットをご購入時に付属している CD-ROM です。付属 CD に含まれる情報は、SUZAKU 公式サイトのダウンロードページ（http://suzaku.atmark-techno.com/downloads/all）からも入手可能です。情報は、追加および修正により随時更新されていますので、ダウンロードページより最新版を入手されることをお勧めします。

2.2. 接続方法

　下の図を参照して、シリアルクロスケーブル、LAN ケーブルを SUZAKU に接続し、AC アダプタを A/D ボードに接続してください。

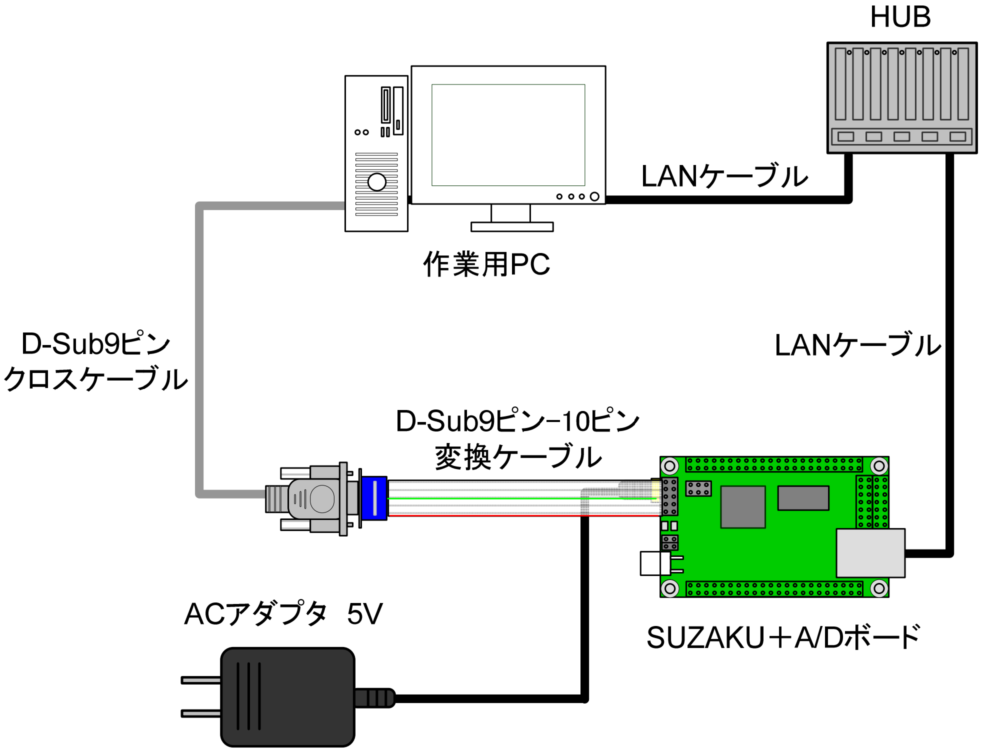

図 2-1 SID00-U00 接続例

注意

SUZAKU ボードからは絶対に電源を供給しないでください。電源がショートし、機器を破損する可能性があります。SUZAKU ボードへの電源は、A/D ボードから供給されるようになっています。

2.3. 開発環境の構築について

SUZAKUでのクロス開発環境の構築については、参考文献 [1][2][4]を参照してください。

2.3.1. FPGA データ

本書で説明しているアプリケーションおよびデバイスドライバを使う前に、フラッシュメモリ内の FPGA コンフィギュレーションデータを A/D ボード用に変更する必要があります。変更する FPGA データは、付属 CD の `suzaku-io-boards/ad/image` ディレクトリに、`fpga-sz###-sid.bin` という名のファイルです。`sz###`の部分は、お使いの SUZAKU ボードの型番です。

FPGAのデータは以下のように`hermit`コマンドで書き換えることが可能です。`hermit`の詳細については、参考文献 [2]を参照してください。

```
[PC ~]$ hermit download -r fpga -i fpga-sz###-sid.bin --force-locked
```

図 2-2 FPGA データの書き換え

注意

FPGA リージョンを不正なデータで書き換えたり、書き換えが異常終了した場合は SUZAKU および A/D ボードの電源を入れないでください。最悪の場合、SUZAKU および A/D ボードを破壊する恐れがあります。書き換えに失敗した場合は、お使いの SUZAKU 用ハードウェアマニュアルを参照し正しいデータに書き戻してから電源を入れてください。

3. アプリケーションプログラム

この章では SID00-U00 用に用意されているアプリケーションプログラムについて説明します。プログラムは C 言語で記述されています。またソースコード自体の見通しが良くなるように、単機能に特化した作りになっています。

なお、ここで紹介するアプリケーションプログラムは、次章で説明するデバイスドライバを使用します。実行する際には、デバイスドライバ（「4.4.ドライバの選択」参照）およびアプリケーション（「3.3.アプリケーションの選択」参照）を選択後、イメージファイルを作成し、フラッシュメモリの書き換えを行なってください。

3.1. 概要

AD コンバータは SID00-U00 のほぼ中央部に８つ一列に並んで搭載されています。これらの AD コンバータの出力データを取得するアプリケーションプログラムについて説明します。ここで紹介するアプリケーションプログラムの名前は `demo-ad` です。`demo-ad` は `/bin` にインストールされています。後述するオプションにより任意のチャンネルの値を出力することが可能です。

3.2. 使用法

`demo-ad` の使用法について説明します。

表 3-1 demo-ad の使用法

書式	`demo-ad [options] samp_rate nr_samp`
説明	プログラム `demo-ad` は、AD コンバータの出力データを取得するアプリケーションプログラムです。引数として、`samp_rate` にサンプル周波数を、`nr_samp` にサンプル数を指定します。取得データは、標準出力されます。オプションの指定により任意のチャンネルを選択できます。
オプション	`-c N` 対象のチャンネル番号を指定します。`N` は、1～8 の数字を指定します。未指定時は、全チャンネルが対象です。 `-u` 使用法を表示します。 `-v` バージョンを表示します。
備考	`samp_rate` は、150000（150ksps）以上の値は設定できません。なお、SUZAKU ボードの種類（性能）により、高いサンプル周波数を指定した場合、期待通りの動作をしない場合があります。

出力フォーマットは、1 サンプルのデータを 1 行に、サンプル数（`nr_samp`）分の繰り返した形式です。1 サンプルのデータは、サンプル番号（1～`nr_samp`）と各チャンネルのデータ値を半角スペース文字で区切って表現されます。`-c` オプションにより任意のチャンネルを選択した場合は、サンプル番号と指定したチャンネルのデータ値のみ出力します。

```
(サンプル周波数100Hz, サンプル数 2, チャンネル5で測定)
[SUZAKU /]# demo-ad 100 2
1 0 0 0 0 2457 0 0 0
2 0 1 1 0 2458 0 1 0

(サンプル周波数 10000Hz, サンプル数 5, チャンネル番号 5)
[SUZAKU /]# demo-ad -c 5 10000 5
1 2457
2 2457
3 2458
4 2458
5 2457
```

図 3-1 demo-ad の実行例

3.3. アプリケーションの選択

本章で紹介したアプリケーションプログラムは、 uClinux-distの user/suzaku/sidディレクトリに含まれています。アプリケーションを使用する際には、make menuconfig 等で追加作業が必要になります。アプリケーションを追加するために必要なコンフィギュレーションの影響場所を 図 3-2に示します。menuconfigによるコンフィギュレーションの方法については、参考文献 [4]を参照してください。

```
[PC ~/uClinux-dist]$ make menuconfig
Main Menu
  Kernel/Library/Defaults Selection   --->
    [*] Customize Vendor/User Settings

Main Menu
  Miscellaneous Applications   --->
     :
    --- SUZAKU I/O A/D Board Sample Application
    [*] demo-ad
```

図 3-2 アプリケーションの選択（menuconfig）

4. デバイスドライバ

この章ではSID00-U00 のLinux用デバイスドライバについて説明します。デバイスドライバや、デバイスファイルなどは全てデフォルト時の説明となっています。なお、このマニュアルではOPB-SID00 のアーキテクチャについて、すでに理解されていることを前提としています（参考文献 [6]参照）。

4.1. 概要

対象となるバージョンは、以下の通りです。OPB-SID00 のバージョンについては参考文献 [6]の「Core ID レジスタ」を参照してください。

表 4-1 バージョン

名称	バージョン
Linux Kernel	2.4.32
OPB-SID00	5009200A

OPB-SID00 へのアクセスは、`/dev/sid` を使用します。`/dev/sid` は以下のような属性を持っています。これらの情報は、`vendors/AtmarkTechno/SUZAKU-`{製品名}`/Makefile` に記述がありますので、詳しくは `Makefile` を参照してください。

表 4-2 デバイスドライバ

ドライバ名	sid
ドライバ説明	SUZAKU I/O A/D Board Driver
デバイスファイル名	`/dev/sid`
Major 番号	74
Minor 番号	0
権限	660 (romfs 上にあるため制限あり)
ソースファイル所在	`linux-2.4.x/drivers/char/sid.c`
ヘッダファイル所在	`linux-2.4.x/include/asm-microblaze/suzaku_sid.h` (SUZAKU-S の場合) `linux-2.4.x/include/asm-ppc/suzaku_sid.h` (SUZAKU-V の場合)

なお、本ドライバを使いアプリケーションを開発する際には、デバイスドライバのヘッダファイルをインクルードしてください。

```
#include <asm/suzaku_sid.h>
```

図 4-1 ヘッダファイルのインクルード

4.2. システムコール

本ドライバで用意されているシステムコールは、open・close・read・ioctl の 4 種類です。それぞれについて説明します。

4.2.1. open

open システムコールでは、以下の処理を行います。

- デバイス構造体の初期化
- モジュールパラメータによるデフォルトサンプル周波数の設定
- IRQ リソースの確保
- ハードウェアのリセット
- デフォルトサンプル周波数から DMA バッファの取得
- AD コンバータのサンプル開始
- DMA 転送の開始

上記の全ての処理に成功した場合のみ、有効なファイルディスクリプタをアプリケーション側に返します。デフォルトのサンプル周波数が 0 以上の場合、open システムコールの最後で AD コンバータからのデータ取得と DMA によるデータの送信が開始されます。ドライバは、取得したデータを保持するために DMA バッファを獲得し続け、最終的にはメモリ不足になってしまいます。そうならないように、アプリケーション側でデータを適時読み出す必要があります。

表 4-3 open システムコール

書式	`int open(const char *pathname, int flags);`
説明	デバイスをオープンします。オープンに成功した場合、新しいファイルディスクリプタを返します。
引数	`pathname` オープンするデバイスファイル名 `flags` ファイルアクセスモード `O_RDONLY` を指定します。読み込み専用にファイルをオープンすることを要求します。
返り値	成功した場合は新しいファイルディスクリプタを返し、エラーが発生した場合は-1 を返し、errno の値を変更します。
エラー	`ENOMEM` メモリ不足のため、必要なメモリを取得することができない。 `EINVAL` 異なった Minor 番号が指定されている。

4.2.2. close

サンプリングや DMA 転送を停止させる唯一の方法です。open システムコールで獲得した全てのリソースを解放します。

表 4-4 close システムコール

書式	`int close(int fd);`
説明	デバイスをクローズします。
引数	`fd` ファイルディスクリプタ
返り値	成功した場合は 0 を返し、エラーが発生した場合は-1 を返します。

4.2.3. read

read システムコールでは、以下の処理を行います。
- 取得済みデータの有無を調べる
- データがない場合は、呼び出したプロセスをスリープさせデータが入ってくるまで待つ
- データがある場合は、渡されたポインタにデータをコピーする
- コピーに成功したバイト数を返す

ドライバ内に読み込み可能なデータが存在しない場合、read システムコールはブロックします。また、count で指定した長さのデータが必ず buf にコピーされるとは限りません。必ず、返り値を確認してください。

表 4-5 read システムコール

書式	ssize_t read(int fd, void *buf, size_t count);
説明	デバイスからデータを読み込みます。最大 count バイトをバッファ buf へ読み込みます。
引数	fd　ファイルディスクリプタ buf　読み込みデータを格納するバッファ count　読み込みデータのバイト数
返り値	成功した場合は読み込んだバイト数を返し、エラーが発生した場合は-1 を返します。
エラー	EFAULT　アクセス違反など不正な操作を行なった。

4.2.4. ioctl

ioctl システムコールでは、以下の操作が行えます。以降に各操作について説明します。
- OPB-SID00 のリセット
- サンプル周波数の設定
- AD コンバータのチャンネル数の取得
- AD コンバータの分解能の取得

リセット（SID_IOC_RESET）

リセットでは、以下の処理が行われます。
- ハードウェアのリセット
- 獲得したメモリ領域の解放
- サンプル周波数のクリアと、デフォルトサンプル周波数の設定
- サンプル周波数による DMA Length の再計算
- DMA 転送用のメモリ領域の再獲得
- ハードウェアのリスタート

リセット終了後、AD コンバータからのデータの取得、および DMA 転送は再開されます。

表 4-6 ioctl システムコール（SID_IOC_RESET）

書式	int ioctl(int fd, int cmd);
説明	デバイスをリセットします。
引数	fd　ファイルディスクリプタ cmd　制御コマンド SID_IOC_RESET を指定します。
返り値	成功した場合は 0 を返し、エラーが発生した場合は-1 を返します。

サンプル周波数の設定（SID_IOC_SET_FREQ）

新しくサンプル周波数を設定した場合、無条件にリセットされます。

表 4-7 ioctl システムコール（SID_IOC_SET_FREQ）

書式	`int ioctl(int fd, int cmd, int freq);`
説明	サンプルレートを設定します。
引数	`fd` ファイルディスクリプタ `cmd` 制御コマンド `SID_IOC_SET_FREQ` を指定します。 `freq` 実サンプル数 [Hz]
返り値	成功した場合は 0 を返し、エラーが発生した場合は-1 を返します。

AD コンバータのチャンネル数の取得（SID_IOC_GET_CHANNELS）

AD ボードに搭載されている AD コンバータのチャンネル数を取得します。

表 4-8 ioctl システムコール（SID_IOC_GET_CHANNELS）

書式	`int ioctl(int fd, int cmd, int *channel);`
説明	AD コンバータのチャンネル数を取得します。
引数	`fd` ファイルディスクリプタ `cmd` 制御コマンド `SID_IOC_GET_CHANNELS` を指定します。 `channel` チャンネル数
返り値	成功した場合は 0 を返し、エラーが発生した場合は-1 を返します。

AD コンバータの分解能の取得（SID_IOC_GET_RESOLUTION）

AD ボードに搭載されている AD コンバータの分解能[bit]を取得します。

表 4-9 ioctl システムコール（SID_IOC_GET_RESOLUTION）

書式	`int ioctl(int fd, int cmd, int *resolution);`
説明	AD コンバータの分解能を取得します。
引数	`fd` ファイルディスクリプタ `cmd` 制御コマンド `SID_IOC_GET_RESOLUTION` を指定します。 `resolution` 分解能 [bit]
返り値	成功した場合は 0 を返し、エラーが発生した場合は-1 を返します。

4.3. モジュールパラメータ

本ドライバは、デフォルトのサンプル周波数を指定するためのパラメータ `default_sample_rate` が存在します。このパラメータは、unsigned int 型です。モジュールのロード時に指定されなかった場合や、モジュール化せずにカーネルに組み込んだ場合には、10000 が使われます。モジュールのインストールの詳細は、`insmod`(8)を参照してください。
以下は、サンプル周波数として 1Hz を指定した例です。

```
[SUZAKU]# insmod sid.o default_sample_rate=1
```

図 4-2 モジュールパラメータ (default_sample_rate)

4.4. ドライバの選択

この章で紹介したデバイスドライバは、付属CDのuClinux-distに含まれています(表 4-2)。使用する際には、デバイスドライバを `make menuconfig` 等で追加し、再度ビルドする必要があります。デバイスドライバを追加するために必要なコンフィギュレーションの影響場所を 図 4-3に示します。menuconfigによるコンフィギュレーションの方法については、参考文献 [4]を参照してください。

```
[PC ~/uClinux-dist]$ make menuconfig
Main Menu
  Kernel/Library/Defaults Selection   --->
    [*] Customize Kernel Settings

Main Menu
  Character devices   --->
    [ ] SUZAKU Starter Kit
    [ ] SUZAKU I/O LED/SW Board
    [*] SUZAKU I/O A/D Board Support
```

図 4-3 デバイスドライバの選択 (menuconfig)

5.参考文献

[1] 『uClinux-dist Developers Guide』, ㈱アットマークテクノ.
[2] 『SUZAKU ソフトウェアマニュアル』, ㈱アットマークテクノ.
[3] 『SUZAKU スターターキットガイド（FPGA 開発編）』, ㈱アットマークテクノ.
[4] 『SUZAKU スターターキットガイド（Linux 開発編）』, ㈱アットマークテクノ.
[5] 『OPB General Purpose Input/Output (GPIO) Datasheet』, Xilinx.
[6] 『OPB SID00 Datasheet』, ㈱アットマークテクノ.

改訂履歴

Ver	年月日	改訂内容
1.0.0	2006.11.30	・初版発行
1.0.1	2007.01.19	・表紙デザイン変更 ・「2.3.1. FPGAデータ」を追加 ・「TIPS：付属 CD について」を追加 ・uClinux-dist-20051110-suzaku7 用に書き換え ・誤記修正
1.0.2	2007.06.15	・ソースコード所在情報等の追加

A/D Board ソフトウェアマニュアル　　2007 年 6 月 15 日　Version 1.0.2

株式会社アットマークテクノ

060-0035 札幌市中央区北 5 条東 2 丁目 AFT ビル 6F　　TEL:011-207-6550　FAX:011-207-6570